

FRENCH REPUBLIC  
NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL PROPERTY  
PATENT NO. 2 757 331 A1

Int. Cl. <sup>6</sup> :	H 04 B 7/26
Filing No.:	97 15885
Filing Date:	December 15, 1997
Date of Public Access to the Application:	June 19, 1998 Bulletin 98/25
Priority:	
Date:	December 17, 1996
Country:	US
No.:	768313

SYSTEM AND PROCESS FOR COLLECTING DATA RELATING TO AN AIRPLANE AND  
FOR TRANSMITTING [FLIGHT] PLANS

Applicant:	Seymour Levine - US
Agent:	Cabinet Bruder

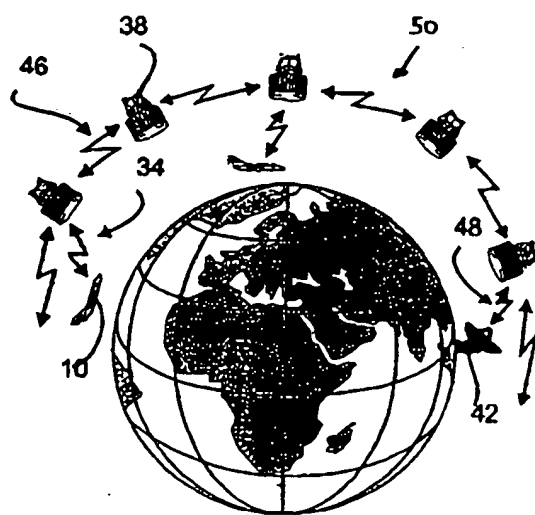
List of documents mentioned in the preliminary search report: The latter had not been established on the date of publication of the application.

[Abstract]

The present invention relates to a system and to a process for automatically collecting, in real time, data relating to airplane (10) and for then transmitting these data.

This system is characterized by the fact that it includes a chain of worldwide transmission at radio frequency, for example, by means of communications links by satellites (38), to a central monitoring station on the ground (42) where they [data] are recorded and analyzed in a continuous and secure manner.

Central station on the ground (42) uses the data in real time provided by the sensors of the airplane, data of the configuration of the airplane, and familiar expert systems of the airplane in order to arrive at the safest [flight] plan which is transmitted by station (42) back to airplane (10).



\* \* \*

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 757 331**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **97 15885**

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : H 04 B 7/26

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.12.97.

③0 Priorité : 17.12.98 US 768313.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 19.06.98 Bulletin 98/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SEYMOUR LEVINE — US.

⑦2 Inventeur(s) :

⑦3 Titulaire(s) :

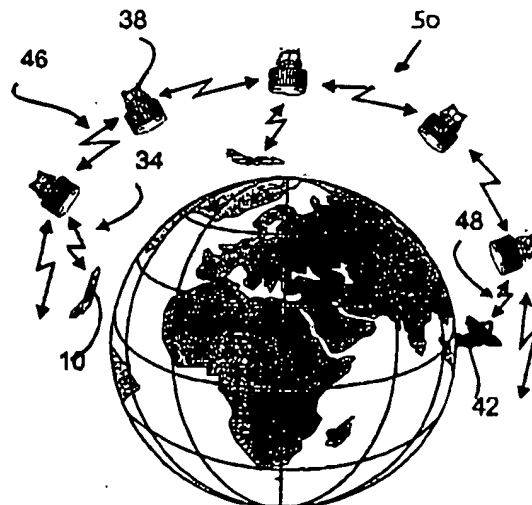
⑦4 Mandataire : CABINET BRUDER.

## ⑤4 SYSTEME ET PROCEDE POUR COLLECTER DES DONNEES RELATIVES A UN AVION ET POUR TRANSMETTRE DES CONSEILS.

⑤7 La présente invention concerne un système et un procédé pour collecter automatiquement, en temps réel, des données relatives à un avion (10) et pour transmettre ensuite ces données.

Ce système est caractérisé en ce qu'il comprend une chaîne de transmission mondiale à radiofréquence, par exemple par l'intermédiaire de liaisons de communication par satellites (38), vers une station de surveillance centrale au sol (42) où ils sont enregistrés et analysés d'une manière continue et sûre.

La station centrale au sol (42) utilise les données en temps réel fournies par les capteurs de l'avion, des données de configuration de l'avion et des systèmes experts familiers de l'avion pour arriver au conseil le plus sûr qui est réémis par la station (42) vers l'avion (10).



FR 2 757 331 - A1



## **SYSTEME ET PROCEDE POUR COLLECTER DES DONNEES RELATIVES A UN AVION ET POUR TRANSMETTRE DES CONSEILS**

5

La présente invention concerne le domaine des enregistreurs de vol et elle est plus particulièrement relative à un système et à un procédé pour collecter automatiquement, en temps réel, des données relatives à un avion et pour transmettre ensuite ces données à un système de communication mondial en vue d'assurer ensuite une

10 réception, une analyse, un stockage et une production de conseils relatifs à la sécurité en vol de l'avion, à l'économie de carburant et à l'entretien, à l'endroit d'une station de traitement centrale au sol.

15

Chaque fois qu'un avion s'écrase au sol, les autorités s'empressent de retrouver son enregistreur de vol. Il en est ainsi parce que cet enregistreur peut révéler les causes de l'écrasement au sol. Il est important de pouvoir déterminer ces causes, car l'écrasement peut résulter d'un problème affectant de nombreux avions en service. L'enregistreur de vol qui est appelé quelquefois une boîte noire, est habituellement un enregistreur à bande qui est capable d'enregistrer beaucoup de canaux d'informations. Cependant, des enregistreurs utilisant d'autres supports de stockage, tels que des disques

20 compacts, commencent à être utilisés à cause de leur capacité de stockage accrue. Indépendamment du support de stockage utilisé, l'information enregistrée comporte différents paramètres de vol tels que le statut du moteur, le statut du carburant, la vitesse dans l'air, la position, l'altitude, l'attitude, les réglages des commandes et une information acoustique du poste de pilotage. Les informations proviennent de capteurs placés dans le

25 poste de pilotage et en d'autres emplacements stratégiques autour de l'avion. Cependant, l'information stockée dans l'enregistreur de données est souvent effacée peu après chaque vol. Si toutes les données de vol étaient analysées en tenant compte de la météorologie, des données du contrôle du trafic aérien et des données de cartographie, elles pourraient constituer une matière intéressante pour détecter des problèmes potentiels et améliorer la

30 conception des avions.

Il est souvent difficile de repérer l'endroit où un avion s'est écrasé, et même si l'endroit de l'écrasement au sol est connu, il est souvent difficile de retrouver l'enregistreur de vol. Ceci est fréquemment un problème lorsque l'avion est tombé à l'eau.

5 Pour pouvoir jouer totalement leur rôle, les enregistreurs de vol actuels doivent être résistants aux chocs lors de l'écrasement. Par conséquent ils sont construits à partir de matériaux robustes si bien qu'ils sont coûteux à produire et lourds. L'utilisation d'un enregistreur de vol plus léger se traduirait par des économies en ce qui concerne le coût et le poids de l'avion.

10 En outre, à l'exception d'analyses occasionnelles effectuées après le vol, les données de vol actuelles enregistrées existent dans un vide. Si elles étaient analysées conjointement avec des données de météorologie, des données des fabricants des avions, des données de cartographie, des données de contrôle du trafic aérien et des données de position et d'altitude, elles constitueraient un outil beaucoup plus performant.

15 Ces dernières années il y a eu un certain nombre de développements dans le domaine des enregistreurs de vol. Le brevet US N°4 729 102 décrit un système d'enregistreur de vol qui surveille un certain nombre de paramètres d'un avion et qui les compare à une information stockée afin d'assurer un fonctionnement plus efficace de l'avion et de détecter une usure excessive. Cette information est affichée et emmagasinée à bord et elle peut être déchargée périodiquement, par l'intermédiaire d'une liaison, vers  
20 une unité de lecture au sol.

Le brevet US N°5 463 656 décrit un système pour diffuser une vidéo de qualité totale vers des avions en vol par l'intermédiaire de satellites relais. Le système comporte une compression de la largeur de bande vidéo, un traitement de la forme d'onde du spectre étalé et une antenne à réseau d'éléments à phase variable, à ouverture circulaire,  
25 pilotée électroniquement, qui épouse la surface de l'avion.

Le brevet US N°5 467 274 décrit un procédé pour enregistrer des données de vol sélectionnées, incluant des données GPS, sur un enregistreur à bande magnétique et pour soumettre ensuite les données enregistrées à un processus de réduction des données au sol.

Le brevet US N°5 325 302 décrit un système d'avertissement d'une collision d'un avion qui comporte un sous-système de détermination de la position, un sous-système de détermination de la trajectoire, un sous-système de prédiction d'une collision et un dispositif d'alarme.

5 Le brevet US N°5 383 133 décrit un système intégré à ordinateur de surveillance de l'état de santé et de réduction des vibrations pour un hélicoptère.

Cependant, aucun de ces développements n'envisage un stockage central à long terme de toutes les informations enregistrées en vue d'utilisations en archives. Aucun d'eux n'envisage non plus une transmission radio en temps réel des données d'un avion vers une station centrale. En outre, aucun ne prévoit une combinaison d'informations provenant d'un avion avec des données de position mondiale, des données de cartographie mondiale, des données de météorologie mondiale, des données d'un système de contrôle du trafic aérien et de données de fabricants et la fourniture d'une réaction en temps réel sous la forme de conseils au sol et en vol adressés en temps réel à un avion.

15 On recherche donc un système d'enregistreur de vol qui détecte beaucoup de paramètres du vol et beaucoup de paramètres opérationnels d'un avion et qui transmet ces informations, conjointement avec une identification de l'avion et des signaux audio et vidéo du poste de pilotage, à un réseau de communications mondial, bidirectionnel, à radiofréquence. Ces informations pourraient être ensuite surveillées et enregistrées en toute sécurité en un emplacement situé à distance où elles pourraient être analysées conjointement avec des données archivées, des données de commande de vol, des données de météorologie, des données de topographie, des données de position mondiale et des données de fabricants, afin de permettre l'identification de problèmes d'entretien et l'émission de conseils de sécurité au sol ainsi que de conseils de sécurité en vol. Il y a 20 trois types de conseils en vol à savoir un conseil en cas d'urgence ou de sécurité du vol, un conseil en matière d'efficacité du vol ou d'économie du carburant et un conseil en matière de distance de séparation du vol. Au sol, il y a également trois types de conseils à savoir bon pour le vol, bon pour le décollage et actions d'entretien.

25 Dans le cas de l'écrasement d'un avion au sol, le fait d'avoir les données enregistrées en un endroit éloigné supprimerait la nécessité de rechercher des 30

2757331

4

enregistreurs de vol et permettrait une analyse instantanée du type de défaillance. En outre, les données enregistrées à distance fourniraient la meilleure estimation de l'endroit où l'avion écrasé pourrait être retrouvé. Cette estimation serait basée sur la dernière télémétrie de la position de l'avion, sur le statut du moteur et des commandes, sur ses caractéristiques dynamiques en vol et sur les données d'un radar de contrôle du trafic aérien, lorsqu'un tel radar est utilisable. L'utilisation de la présente invention permettrait le remplacement des enregistreurs de vol actuels embarqués, en entraînant une économie en ce qui concerne le poids et le coût. L'invention présente également l'avantage de réduire notablement le coût et le temps de la collecte et de la distribution des données d'enregistreurs de vol sur des vols de routine pour des résultats d'une assurance de qualité qui affectent l'entretien, le remplacement du moteur, la sécurité et l'efficacité opérationnelle. D'autres avantages seraient la confirmation de la donnée de position fournie par un radar, une meilleure commande de la distance de séparation de l'avion et un rendement amélioré du vol. Un développement d'un tel système représente une amélioration notable dans le domaine des enregistreurs de vol, de la sécurité des avions et du rendement des lignes aériennes et il satisfait un besoin de longue date des fabricants d'avions, des compagnies aériennes, du personnel d'entretien et des enquêteurs intervenant lors d'un écrasement au sol.

La présente invention a pour objet un système enregistreur de vol et conseiller à distance d'un avion et un procédé de mise en oeuvre de ce système. Ces fonctions sont assumées en surveillant continuellement des capteurs d'un avion tels que ceux déterminant la position, l'altitude, la vitesse, le réglage des surfaces de commande, le nombre de tours du moteur par minute, les températures, les contraintes, le train d'atterrissage, les freins et le carburant d'un avion. Ensuite, par une transmission mondiale à radiofréquence, par exemple par l'intermédiaire de liaisons de communication par satellites, ces paramètres sont communiqués, conjointement avec des données sonores du poste de pilotage, des données vidéo, une identification et une configuration de l'avion, à une station de surveillance centrale au sol où ils sont enregistrés et analysés d'une manière continue et sûre. La transmission des données de l'avion par l'intermédiaire de la liaison de communication permet aux données relatives aux performances de l'avion

2757331

5

et aux communications du poste de pilotage d'être mises en mémoire dans un enregistreur au sol en vue d'une analyse après écrasement d'un avion, sans qu'il soit nécessaire de prévoir un appareil de surveillance robuste et étanche à bord de l'avion. Egalement, dans le cas d'une alerte lancée par le pilote ou par la station au sol, alerte basée sur l'analyse automatisée en temps réel de la qualité du vol de l'avion, un conseil de sécurité pour éviter un écrasement au sol peut être transmis en retour par radio à l'avion en fournissant au pilote un avis d'expert en ce qui concerne l'approche la plus sûre pour le fonctionnement de l'avion.

Le système de surveillance centrale basé au sol utilise les données en temps réel fournies par les capteurs de l'avion, des données de configuration de l'avion et des systèmes experts familiers de l'avion pour arriver au conseil le plus sûr. Les processeurs d'analyse par le calcul qui sont utilisés pour exécuter l'analyse de la sécurité au sol, ne sont pas limités par les restrictions d'espace et de puissance qui existent à bord d'un avion et ils peuvent fournir ainsi une simulation à grande fidélité et une analyse du problème de l'avion. Dans ce mode de fonctionnement, le site de surveillance centrale basé au sol maintient la communication, en utilisant des liaisons au sol par fibre optique ou des liaisons par satellites, avec des installations de contrôleurs du vol, des transporteurs aériens et des fabricants d'avions. Il leur distribue les données provenant des capteurs de l'avion en temps réel de manière à solliciter leur analyse en tant qu'experts et à contribuer à la production de conseils évitant l'écrasement. L'analyse en temps réel de données d'un avion avant le vol, conjointement avec d'autres données telles que des données de météorologie, de la carte d'un aéroport et de sa région locale, une information de carte topographique à trois dimensions, à partir de bases de données telles que des données numériques d'élévation du terrain, des données de contrôle du trafic aérien, de cisaillement du vent et de configuration de l'avion, sont également utilisées pour fournir un conseil "bon pour le décollage".

En plus de ce qui précède, si un avion présente un défaut de l'équipement mécanique avant le décollage, les données de surveillance fournies par les capteurs de l'avion sont également communiquées en retour aux transporteurs aériens et aux fabricants des avions, en temps réel. Le fabricant des avions et/ou le transporteur aérien



2757331

6

fournit alors aux mécaniciens un conseil d'entretien préféré basé sur un système expert pour une isolation d'un défaut qui permet d'économiser à la fois du temps et de l'argent lors de la remise en service d'un avion bon pour voler.

Dans le cas d'avions qui sont équipés de manière à recevoir des signaux de localisation mondiale par satellites (GPS) ou des signaux de navigation de précision d'un système de navigation mondiale par satellites (GLONASS), ces données de capteurs en temps réel relatives à l'emplacement d'un avion sont transmises à la station de traitement centrale au sol. Ces données de position très précises de l'avion sont utilisées pour renforcer les systèmes de contrôle du trafic aérien évitant une collision en vol et lors du roulage sur un aéroport, et également pour renforcer tous les systèmes d'atterrissage par mauvais temps. Le système fournit également un niveau de redondance aux systèmes de radar au sol des contrôleurs du trafic aérien et il améliore les systèmes de radar en fournissant des distances de séparation des avions d'une grande fidélité, à trois dimensions, dans le monde entier. Ceci supprime cinq déficiences des systèmes des radars actuels de contrôle du trafic aérien à savoir :

a) invisibilité des petits avions par suite d'une section transversale minimale vue par les radars;

b) distinction d'avions multiples volant à proximité les uns des autres à cause d'une ambiguïté dans la largeur du faisceau;

c) problèmes d'ombrage du faisceau;

d) problèmes de portée; et

e) problèmes de courbure de la terre.

Un avantage économique additionnel résultant de l'utilisation de ces données de position mélangées avec d'autres informations provenant des capteurs d'un avion, de données de météorologie dans le monde entier et de données relatives au trafic de l'aéroport de destination, disponibles à l'endroit de la station de traitement centrale au sol, est de fournir à l'avion une information en temps réel relative à la conservation du carburant et à l'économie du vol. Le conseil fourni à l'avion pendant le vol, par la liaison de communication à travers le monde, en ce qui concerne la conservation du carburant et l'économie du fonctionnement du vol, est basé sur la combinaison des sources de

2757331

7

données dans un processeur numérique au sol. Ainsi, il n'est pas nécessaire de prévoir, pour cette fonction additionnelle, un équipement ajouté à celui qui est déjà monté à bord de l'avion. Ceci permet également d'utiliser un radar de contrôle du trafic aérien plus simple, d'un coût plus faible et de plus faible puissance.

5 Dans le cas d'un écrasement au sol, les données des capteurs de l'avion stockées à l'endroit de la station de traitement centrale au sol, qui détient l'enregistrement des conditions de fonctionnement de l'avion au moment de l'écrasement, fournissent la meilleure estimation de l'emplacement de la chute de l'avion, ce qui permet des opérations de récupération et de sauvetage éventuel rapides, ainsi que la détermination  
10 des paramètres qui peuvent avoir provoqué l'écrasement au sol. En outre, dans le cas d'un avion en service se trouvant confronté à un défaut de l'équipement ou dans une zone de fonctionnement éventuellement surencombrée, les conseils d'experts en temps réel qui sont communiqués à l'avion, peuvent empêcher la perte de vies humaines en fournissant au pilote la meilleure information pour éviter un écrasement. En outre, une analyse après  
15 vol des données de l'avion peut fournir des indications quant à la cause d'un problème afin d'éviter sa réapparition dans le futur. Même dans le cas d'avions en service ne rencontrant aucun défaut présent, la station de traitement centrale au sol conserve un enregistrement des heures de vol accumulées sur la cellule de l'avion et des parties critiques afin d'assurer que l'entretien de routine est exécuté au moment approprié et que  
20 l'avion n'accumule pas des contraintes excessives formées sur des ensembles critiques en vol. La station de traitement centrale au sol émet des alertes en vue d'actions d'entretien.

Le système intègre des données de signaux sonores, vidéo et d'instruments dans un unique système de télémétrie pour un avion qui établit une communication bidirectionnelle, dans le monde entier, avec l'avion et assure un enregistrement des  
25 données au sol pour leur archivage. Pour des actions d'entretien, il communique également, par l'intermédiaire d'un terminal à ordinateur local ou un afficheur visuel, au personnel d'entretien au sol de l'avion, les informations manuelles correspondant aux problèmes spécifiques rencontrés par l'avion et qui montrent comment entretenir au mieux cet avion. Ceci supprime beaucoup des brochures d'entretien manuel et assure que  
30 l'information d'entretien de l'avion la plus récente est utilisée pour la réparation. Ceci

2757331

8

fournit également un système expert d'isolation d'un défaut qui permet d'économiser du temps et de l'argent pour la remise en service d'un avion bon pour le vol.

5 L'invention a également pour objet un procédé pour enregistrer à distance des données relatives au vol d'un avion et pour fournir des conseils pour l'avion caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant :

- a) à monter un capteur de performances sur l'avion;
- b) à monter un capteur de commandes sur l'avion;
- c) à monter un capteur sonore dans le poste de pilotage de l'avion;
- d) à monter une caméra vidéo dans le poste de pilotage de l'avion;
- 10 e) à monter une caméra vidéo dans le compartiment des passagers de l'avion;
- f) à monter une caméra vidéo dans le compartiment du fret de l'avion;
- g) à installer un détecteur de position et d'altitude de l'avion à l'intérieur de cet avion;

15 h) à monter un moyen conseiller, dans le poste de pilotage, pour fournir un conseil sonore et visuel au pilote;

i) à monter un moyen de communication, dans l'avion, pour fournir un conseil d'entretien au personnel d'entretien;

j) à monter un système émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs dans l'avion;

20 k) à établir un accès de communication avec une base de données de contrôle du trafic au sol et aérien d'un aéroport;

l) à établir un accès de communication avec une base de données de contrôle du trafic aérien d'une région;

25 m) à établir un accès de communication avec une base de données de météorologie;

n) à établir un accès de communication avec une base de données de carte géographique;

o) à établir un accès de communication avec une base de données d'élévation topographiques;

2757331

9

p) à établir un accès de communication avec une base de données d'un fabricant d'avions;

q) à établir une station au sol centrale;

r) à prévoir un processeur dans la station au sol centrale;

5 s) à prévoir un sous-système d'affichage et de contrôle connecté au processeur;

t) à prévoir un sous-système d'affichage pour le contrôle du trafic aérien et pour empêcher des collisions, connecté au processeur et qui est capable de visualiser une représentation physique de l'avion;

10 u) à prévoir un sous-système de distribution et de communication après vol, connecté au processeur;

v) à prévoir un réseau de communication radiofréquence;

w) à recevoir des signaux en provenance des capteurs des performances et des commandes de l'avion, du capteur sonore, des caméras vidéo et du détecteur de position et d'altitude dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs;

15 x) à convertir, si nécessaire, dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, le signal provenant des capteurs des performances et des commandes de l'avion sous une forme numérique;

y) à ajouter une étiquette d'identification et de configuration de l'avion;

20 z) à convertir les signaux et l'étiquette, dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, en un signal radiofréquence sortant;

aa) à émettre ce signal radiofréquence sortant, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, vers la station au sol centrale, par l'intermédiaire du réseau de communication radiofréquence;

25 bb) à recevoir le signal radiofréquence sortant à l'endroit de la station au sol centrale;

cc) à convertir le signal radiofréquence sortant, à l'endroit de la station au sol centrale, en lesdits signaux plus l'étiquette;

dd) à exécuter, dans le processeur, les étapes consistant :

i) à archiver les signaux en créant ainsi une base de données archivées;

2757331

10

5

ii) à combiner les signaux avec les données archivées et les informations provenant de la base de données du trafic de l'aéroport, la base de données du trafic de la région, la base de données de météorologie, la base de données de carte géographique, la base de données topographiques et la base de données du fabricant des avions;

iii) à effectuer des simulations en temps réel;

iv) à produire des conseils au sol, en vol et d'entretien; et

v) à convertir ces conseils au sol, en vol et d'entretien en un signal radiofréquence arrivant;

10

ee) à envoyer le signal radiofréquence arrivant, par l'intermédiaire du réseau de communication radiofréquence, à partir de la station au sol centrale, vers l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs;

ff) à convertir le signal radiofréquence arrivant, à l'endroit de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, pour fournir les conseils au sol, en vol et d'entretien;

15

gg) à fournir le conseil en vol, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, au moyen conseiller sonore et visuel du pilote;

hh) à fournir le conseil d'entretien, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs, au moyen de communication d'entretien;

20

ii) à afficher, sur le sous-système d'affichage de contrôle du trafic aérien et empêchant les collisions, une représentation physique de l'avion basée sur les performances et les paramètres des commandes de cet avion, le signal de position, le signal d'attitude, la carte géographique et les données d'élévation topographiques; et

jj) à analyser, après le vol, toutes les données du vol par l'intermédiaire du système de distribution et de communication après vol.

25

On décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un schéma synoptique d'un émetteur multiplex de signaux de capteurs de données de vol d'un avion et d'un récepteur de conseils d'un système suivant la présente invention.

La figure 2 est un schéma d'un système de communication dans le monde entier par l'intermédiaire d'un système de satellites et d'une station de traitement centrale au sol.

La figure 3 est un schéma synoptique de la station de traitement centrale au sol suivant la présente invention.

La figure 4 est un schéma synoptique plus détaillé de la station de traitement centrale au sol suivant la présente invention.

La figure 1 représente un avion 10 équipé d'un émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 qui est une unité remplaçable en ligne. L'avion est également équipé d'un système récepteur GPS 16. Ce système GPS 16 reçoit des signaux radio 36 à ultra haute fréquence en provenance de plusieurs satellites GPS 32, par l'intermédiaire d'une antenne GPS 40, il calcule la position, l'attitude et l'altitude de l'avion 10 et il transmet cette donnée de position et d'altitude 44 à l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14. L'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 reçoit également des données 18 provenant de capteurs des commandes et des performances de l'avion, des données sonores 22 et des données vidéo 26. Les données vidéo 26 proviennent de caméras qui surveillent le poste de pilotage, le compartiment des passagers et le compartiment du fret de l'avion. L'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 échantillonne périodiquement les signaux des capteurs 18,22,26,24, il convertit tous les signaux non numériques des capteurs 18,22,26,24 en un format numérique et il ajoute une étiquette d'identification du capteur à chaque signal 18,22,26,24 avec en plus une étiquette de configuration et d'identification de l'avion. L'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 module ensuite électroniquement, par un signal radio à ultra haute fréquence, les données combinées et il les envoie à l'antenne 30 de télémétrie par satellite de l'avion. Il convient de noter que pour réduire le poids, une seule et même antenne pourrait assumer les fonctions de l'antenne GPS 40 et de l'antenne de télémétrie 30 de l'avion. Le signal à ultra haute fréquence est ensuite transmis, par l'antenne 30 de l'avion, à un satellite de communication 38 orbitant autour de la terre et qui est situé en ligne de visée directe, non obstruée, par rapport à l'avion 10. En plus de l'émission de données, l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 reçoit des données en provenance du satellite 38. Ainsi qu'il sera décrit plus loin d'une façon plus détaillée, ces données se présentent pour

2757331

12

la plupart sous la forme de conseils et d'alertes. Ces conseils et ces alertes sont transmis à l'équipage par l'intermédiaire d'un système conseiller embarqué 72, d'un type sonore et visuel.

La figure 2 illustre une chaîne de satellites de communication 34,46,48 entre l'avion 10 et une station de traitement centrale au sol 42. Elle montre l'avion 10, équipé de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 (figure 1), en train d'émettre ses données des capteurs par l'intermédiaire d'une transmission radio 34 à ultra haute fréquence, suivant une ligne de visée non obstruée, en direction du satellite de communication 38 le plus proche. La chaîne de communication mondiale par satellites transmet ensuite les données, par des transmissions 46 en ligne directe, vers d'autres satellites de communication 38 et ensuite, par une transmission en ligne directe 48, vers la station de traitement centrale au sol 42. La transmission de conseils pour l'avion, en provenance de la station de traitement centrale au sol 42, vers l'avion 10 est effectuée par une communication suivant le même trajet mais en sens inverse. La figure 2 représente une chaîne de communication mondiale 34,46,48 continue, dans le sens circulaire, qui établit une communication bidirectionnelle avec tous les avions 10 qui sont équipés de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14, dans un système 50 enregistreur de vol et conseiller à distance d'un avion. Le nombre de satellites 38 dans le système de communication dépend du fait qu'une constellation de satellites géostationnaire ou une constellation de satellites à orbite basse est utilisée. Le système fonctionne avec l'une ou l'autre de ces constellations de satellites. La constellation de satellites à orbite basse exige un équipement plus petit, plus léger et de plus faible puissance mais à plus grand nombre de satellites. Ainsi, un réseau de communication par satellites à orbite basse réduit le temps de transmission ou de l'attente de la liaison à moins d'une seconde et il permet de donner des conseils de sécurité actifs pour éviter une collision dans la région terminale et il peut empêcher des incidents au sol. Compte tenu de ce qui précède, les satellites à orbite basse sont utilisés dans la forme d'exécution préférée.

La figure 3 est un schéma synoptique de la station de traitement centrale au sol 42. Cette station comporte une antenne de réception et d'émission 54 et une interface UHF et de commande d'antenne 56 qui convertit le signal reçu d'un satellite en un signal

2.757331

13

électrique. Le signal reçu représente les signaux des capteurs des commandes et des performances de l'avion 18, le signal sonore 22, le signal vidéo 26 et le signal correspondant aux données à haute précision de position et d'altitude 44. Ces signaux sont transmis ensuite à un processeur 62 de la station de traitement centrale au sol 42 en

5 vue d'une analyse des données et une simulation des performances et des problèmes, à un module 64 d'un système expert pour des simulations évitant un écrasement au sol, à un moyen d'archivage 66 pour le stockage des données, à un module conseiller 70 pour produire des conseils pour l'avion, à un module 74 des fabricants d'avions, en vue d'une distribution vers des équipements au sol des fabricants d'avions pour fournir des conseils

10 évitant un écrasement au sol et des conseils d'entretien, et un module de contrôle du trafic aérien 78 en vue d'une distribution vers des équipements de contrôle du trafic aérien d'un aéroport et d'une région. Puisque la station de traitement 42 se trouve au sol, sa température, son environnement, l'humidité et l'air peuvent être aisément contrôlés de telle façon que le stockage en archives des données des capteurs d'un avion 18,22,26,24

15 soit très fiable. En outre, l'analyse en temps réel des données permet d'alerter l'avion opérationnel 10 en cas de problèmes. Dans certains cas ceci peut avoir lieu avant que le pilote lui-même s'aperçoive qu'il y a un problème. Ainsi, outre la réduction de l'équipement à bord de l'avion, le système permet d'alléger la charge de travail du pilote.

La communication au sol peut être réalisée par des câbles à fibre optique à

20 grande largeur de bande, par des satellites ou par d'autres moyens de communication à radio fréquence. Aux Etats-Unis la communication par fibre optique à grande largeur de bande est préférée. La station de traitement centrale au sol 42 intervient en tant que concentrateur de communication et c'est par l'intermédiaire de cette station 42 qu'est établie une communication dans le monde entier avec l'avion 10. A l'endroit de la station

25 42 sont également collectées des données météorologiques fournies par le service de météorologie national. Les données de météorologie, de carte, les données numériques d'élévation du terrain et les données du contrôle du trafic aérien sont également combinées avec d'autres données opérationnelles des capteurs 18,22,26,44 de l'avion afin de fournir des conseils en cas d'urgence ou des conseils de sécurité du vol, des conseils



d'efficacité en matière de vol ou d'économie de carburant et des conseils sur la distance de séparation du vol.

Les figures 2 et 3 montrent comment le satellite 38 le plus proche, observé en ligne directe, sans obstruction, reçoit les données des capteurs 18,22,26,44 d'un avion 10 équipé de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14. Les données sont transmises à travers le système jusqu'au satellite 38 le plus proche de la station de traitement centrale au sol 42. Ce satellite 38 est en communication en ligne directe avec la station de traitement centrale au sol 42 qui émet et reçoit des données au moyen de l'antenne 54 de la station. Cette antenne 54 est commandée par le module 56 de commande d'antenne et d'interface UHF. Les signaux UHF des capteurs 18,22,26,44 sont également démodulés et triés, par avion, dans ce module 56. Les données des capteurs 18,22,26,44 sont ensuite transmises au processeur au sol 62 en vue de leur analyse.

Une fonction du processeur au sol 62 est de transmettre les données des capteurs 18,22,26,44 au système 66 de stockage des données en archives qui est conservé dans un endroit sûr, dans un environnement à air conditionné, en vue d'une récupération ultérieure, les données étant stockées sur un disque ou une bande magnétique ou dans une mémoire optique. Une autre fonction du processeur 62 est de coordonner ses données avec le processeur 64 de simulation d'un avion. Ce processeur 64 exécute une analyse de système expert basée sur des données de performance passées, c'est-à-dire archivées, sur des statistiques d'accumulation de contraintes particulières de l'avion, sur des informations météorologiques mondiales et de cisaillement du vent, sur des données numériques d'élévation du terrain et des données de contrôle du trafic aérien. Sur la base de cette simulation, des conseils en temps réel pour l'avion sont produits par le module conseiller 70. Des conseils en cas d'urgence sont également basés sur des simulations des fabricants des avions effectuées à l'endroit de leurs installations et transmises à la station de traitement centrale au sol 42 par l'intermédiaire de la liaison à fibre optique à grande largeur de bande 82. Les données peuvent être observées et contrôlées par les opérateurs de la station de traitement centrale au sol 42 sur un système d'affichage et de contrôle 86. Les données de position, d'attitude, d'altitude, de vitesse de l'avion ainsi que d'autres données telles que celles concernant le

2757331

15

statut de la poussée, des freins et du train d'atterrissage sont également envoyées au module 78 de contrôle du trafic aérien en vue d'une transmission en temps réel aux contrôleurs de vol de l'aéroport et de la région par l'intermédiaire d'une liaison de communication à fibre optique à grande largeur de bande 92.

5 Des données météorologiques provenant du service de météorologie sont également communiquées par l'intermédiaire de cette liaison 92. Ces données, lorsqu'elles sont mélangées avec les données des capteurs 18,22,26,44 de l'avion dans le module de simulation de l'avion 64, fournissent une sécurité dans le monde entier en ce qui concerne les trajets de vol, les décollages et les atterrissages et elles assurent une économie de  
10 consommation du carburant grâce aux conseils donnés pour le vol. Ces conseils sont envoyés vers l'avion 10 par l'intermédiaire du réseau de communication mondiale illustré sur la figure 2. En outre, les conseils sont envoyés, dans le monde entier, vers les avions 10 par le contrôle du trafic aérien, sur la base de leurs informations pour la distance de séparation des avions. De la même façon, les données des capteurs 18,22,26,44 des  
15 avions sont envoyées au personnel du fabricant des avions par l'intermédiaire du module de communication 74, à travers la liaison par fibre optique à grande largeur de bande 82.

Des conseils peuvent être envoyés par les fabricants afin d'indiquer la meilleure façon de résoudre des problèmes sur la base de leur connaissance en tant qu'experts de l'avion 10. Ceci contribue à faire voler en toute sécurité l'avion ou à dépanner  
20 efficacement un avion qui est sujet à un défaut de fonctionnement au sol. Les conseils de sécurité en vol sont transmis au module conseiller 70 pour être intégrés à l'information produite par la station de traitement centrale au sol 42 et le contrôleur du trafic aérien afin de fournir un conseil d'urgence unique basé sur toutes les données. Ce conseil est envoyé à l'avion 10 par le réseau de communication mondiale. Dans le cas d'un avion  
25 rencontrant des problèmes au sol, un fabricant de l'avion échantillonne à distance les performances de l'avion et envoie ensuite des conseils sur le réseau pour le personnel d'entretien de l'avion au sol. Ces conseils représentent les procédures de diagnostic les plus récentes et une information de dépannage spécifique pour résoudre le problème. Ces conseils de dépannage sont envoyés à l'afficheur du terminal d'entretien de l'avion qui est  
30 en liaison avec l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 embarqué sur l'avion.

Ainsi, le conseil d'entretien assure une réparation efficace et sûre de l'avion en utilisant les procédures les plus récemment mises à jour.

La figure 4 illustre d'une façon plus détaillée la façon dont a lieu la communication de la station de traitement centrale au sol 42 avec les équipements de fabrication et de commande du vol basées au sol. Le processeur au sol 62 de la station 42 communique avec le module 78 de contrôle du trafic aérien. Les données numériques sont communiquées en série, par l'intermédiaire d'une liaison à fibre optique à grande largeur de bande 92, aux équipements 100 du contrôle du trafic aérien d'un aéroport et aux équipements 96 du contrôle du trafic aérien d'une région. Il y a un grand nombre d'équipements de contrôle du trafic aérien d'aéroports et de régions civiles et militaires. Ces équipements sont indiqués par les références respectives 100a à 100n pour les équipements de contrôle du trafic aérien d'un aéroport et par les références respectives 96a à 96n pour les équipements de contrôle du trafic aérien de régions. Chacun des équipements de contrôle du trafic aérien 96,100 peut se brancher sur la liaison de communication par fibre optique à grande largeur de bande 92 en ce qui concerne les données d'un avion particulier présentant un intérêt pour lui. Les équipements de contrôle du trafic aérien peuvent également envoyer, en direction d'un avion particulier 10 équipé de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 ou de tous ces avions dans le monde, des données de conseil par l'intermédiaire de la même liaison de communication.

La station de traitement centrale au sol 42 communique ses conseils, par l'intermédiaire de la chaîne de communication 48,46,34 de satellites 38, à l'avion 10. De la même façon, la station de traitement centrale au sol 42 reçoit des données météorologiques du monde entier, en provenance d'un service météorologique 104, et des données topographiques et de cartographie du monde entier, en provenance de bases de données de carte 105 et de topographie 106. Ensuite, la station de traitement centrale au sol 42, par suite de sa connaissance de l'emplacement de l'avion, des plans de vol et des caractéristiques opérationnelles, découpe ces données météorologiques mondiales en données météorologiques qui sont propres à chaque zone d'opération d'un avion pour pouvoir donner des conseils de sécurité et d'économie de vol.

2757331

17

Des installations de fabrication des avions 108 communiquent avec le processeur au sol 62 de la station de traitement centrale au sol 42 par l'intermédiaire du module 74 de communication des fabricants d'avions, à travers la liaison de communication par fibre optique à grande largeur de bande 82. Puisqu'il y a un certain nombre de fabricants d'avions différents, ces installations sont indiquées par les références respectives 108a à 108n. Leurs équipements fournissent simultanément des conseils en cas d'urgence et des conseils d'entretien qui sont indiqués par les références respectives 116a à 116r. Chaque fabricant conserve un historique de l'avion 10 en service en ce qui concerne les données de configuration, de contrainte, de service d'entretien et de durée de vie. Les fabricants maintiennent aussi une capacité de simulation de l'avion pour contribuer à fournir des conseils de sécurité de vol à un avion 10 qui est confronté à un problème. Les différents équipements de simulation sont indiqués par les références respectives 112a à 112n. Ces conseils apparaissent lorsque le problème a déjà été abordé par le personnel se trouvant à bord de l'avion ou bien par le personnel de surveillance au sol ou bien par des simulations à l'endroit de la station de traitement centrale au sol 42 ou de l'installation 108 du fabricant des avions.

La station de traitement centrale au sol 42 et l'installation 108 du fabricant des avions contrôlent la capacité opérationnelle de l'avion en échantillonnant à distance les paramètres des capteurs 18,22,26,44 du statut opérationnel de l'avion et en utilisant d'autres facteurs tels que la météorologie, une information de contrôle du trafic aérien, une carte et des données numériques d'élévation du terrain. Les simulations utilisent une analyse en temps réel des données de l'avion et des performances passées afin de fournir des conseils d'un système expert. Dans le cas d'un avion rencontrant un problème au sol, les installations 108 du fabricant des avions échantillonnent encore l'état opérationnel des ensembles critiques du vol de l'avion par l'intermédiaire du réseau de communication, en temps réel, à travers le monde 34,46,48. L'installation 108 du fabricant transmet des conseils de réparation de système expert au personnel d'entretien de l'avion 10. Ces conseils comportent les dernières données d'entretien manuel approuvées, particulières au problème, afin de résoudre d'une manière efficace et sûre le problème de l'avion.

2757331

18

On peut résumer comme suit le fonctionnement du système 50 enregistreur de vol et conseiller à distance d'un avion suivant la présente invention. L'avion 10 est équipé d'un module émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 qui reçoit des signaux de capteurs 18 représentant les performances de beaucoup d'ensembles critiques pour la sécurité du vol. Il convertit les données analogiques des capteurs 18 en un format numérique. Ces signaux sont les mêmes que ceux qui sont envoyés présentement à l'enregistreur de vol ou boîte noire existant qui est embarqué à bord des avions et qui enregistre les informations de vol vitales telles que la vitesse, l'altitude, l'attitude, le statut du train d'atterrissage, le statut du carburant, ainsi que la position des commandes de l'avion et la latitude et la longitude qui sont obtenues à partir d'aides à la radionavigation et du système de navigation par inertie lorsqu'il est disponible. A la différence de l'enregistreur de vol existant qui doit être récupéré à partir d'un lieu d'écrasement au sol afin de pouvoir comprendre les raisons de l'écrasement, le système représenté sur les figures 1-4 comporte un système de télémétrie pour émettre par radiodiffusion ces signaux vers un système de communication mondiale et vers une destination finale constituée par la station de traitement centrale au sol 42.

En plus des capteurs de vol standards qui sont utilisés présentement dans des enregistreurs de vol existants, des signaux 44 de position et d'altitude provenant de récepteurs GPS ou de systèmes de navigation mondiale par satellites GLONASS, des signaux sonores de capteurs 22 qui enregistrent des sons du poste de pilotage et des données 26 de caméras vidéo qui enregistrent les passagers pénétrant dans l'avion, l'état du fret, de la carlingue et du poste de pilotage pendant le vol, des données d'identification de l'avion et de sa configuration la plus récente, sont envoyés à l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 afin d'être transmis par télémétrie à la station de traitement centrale au sol 42. Le module émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 reçoit les signaux des capteurs 18,22,26,44 et il les transmet ensuite par l'intermédiaire de la liaison radio UHF 34,46,48. La forme d'exécution préférée de cette invention utilise un système de communication mondiale par satellites 38. La sortie UHF du module émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 est envoyée à une antenne émettrice 30 où ce signal est transmis vers un satellite 38 qui se trouve en ligne directe

2757331

19

avec l'avion 10. Le signal combiné est ensuite retransmis par une chaîne de satellites de communication mondiale en orbite basse ou géostationnaires, jusqu'à ce qu'il soit réémis vers la station de traitement centrale au sol 42 par le satellite de communication 38 qui se trouve en ligne directe avec l'antenne 54 de la station 42.

5 A l'endroit de la station de traitement centrale au sol 42, ces signaux sont archivés. Les données des capteurs 18 de l'avion et les signaux 22,26,44 sont également distribués, en utilisant des liaisons par satellites ou par fibre optique au sol, vers les équipements de contrôle du vol 100,96 et vers les installations 108 des fabricants des avions. Le système distribue les données des capteurs des avions 18,22,26,44 en temps  
10 réel de manière à solliciter leur analyse par un système expert et à contribuer à la production de conseils. L'analyse en temps réel de données de l'avion avant le vol, conjointement avec d'autres données telles que des données de météorologie 104, des données de carte d'un aéroport et de sa région locale 105, une information de carte topographique à trois dimensions 106, provenant de bases de données telles que des  
15 données numériques d'élévation du terrain, des données de contrôle du trafic aérien, de cisaillement du vent, et des données de configuration de l'avion, sont également utilisées pour produire des conseils.

L'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 reçoit également des signaux de conseil émis à partir de la station de traitement centrale au sol 42 en direction de  
20 l'avion 10. Il y a des conseils d'entretien et trois types de conseils en vol à savoir des conseils en cas d'urgence ou de sûreté du vol, des conseils en matière d'efficacité du vol ou d'économie de carburant et des conseils en matière de distance de séparation du vol. Le module émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 reçoit ces signaux et envoie des conseils d'entretien vers un sous-système de communication d'entretien embarqué.  
25 Les conseils en vol sont envoyés au système audio du pilote et au panneau d'avertissement du pilote. Ainsi, le module émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs 14 concentre les signaux audio, vidéo, numériques discrets et des capteurs afin de réduire au minimum le poids, la puissance consommée, le coût de l'équipement et des antennes radio UHF embarqués sur l'avion.

2757331

20

Des gros avions commerciaux de transport de passagers peuvent être équipés de systèmes 50 capables de surveiller un nombre important de leurs signaux de performances et de commandes 18. Des petits avions privés n'exigent pas une telle surveillance extensive et ils comportent des systèmes 50 capables de surveiller seulement un nombre limité de signaux de performances et de commandes 18.

5

2757331

21

**REVENDICATIONS**

1. Système enregistreur de vol et conseiller à distance (50) d'un avion (10) caractérisé en ce qu'il comprend :

5 a) un moyen (18) pour détecter des performances et des paramètres de commande de l'avion (10);

b) un moyen détecteur sonore (22) du poste de pilotage pour détecter des sons dans le poste de pilotage et les transformer en un signal audio;

10 c) un moyen à caméra vidéo (26) pour enregistrer des activités dans le poste de pilotage, dans un compartiment des passagers et dans un compartiment du fret, et pour les transformer en un signal vidéo;

d) un moyen détecteur de position et d'altitude (16) pour déterminer avec précision la position et l'altitude de l'avion (10) et pour transformer ces données en un signal de position et en un signal d'altitude;

15 e) un moyen conseiller sonore et visuel (72) du pilote situé dans le poste de pilotage de l'avion (10), afin de fournir un conseil sonore et visuel au pilote;

f) un moyen de communication d'entretien, situé à bord de l'avion (10), pour fournir un conseil d'entretien à un personnel d'entretien;

g) un émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), situé à bord de l'avion (10), pour :

20 i) recevoir des signaux représentant des performances et des paramètres de commande de l'avion, le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal d'altitude; convertir les signaux de performances et de paramètres de commande, si nécessaire, sous une forme numérique; ajouter une étiquette d'identification et de configuration de l'avion (10); convertir les  
25 signaux de performance et de paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position, le signal d'altitude et l'étiquette d'identification et de configuration en un signal radiofréquence sortant et émettre ce signal radiofréquence sortant; et



2757331

22

ii) recevoir un signal radiofréquence arrivant, le convertir en un conseil au sol, un conseil en vol et un conseil d'entretien, fournir le conseil au sol et le conseil en vol au moyen conseiller sonore et visuel (72) du pilote et fournir le conseil d'entretien au moyen de communication d'entretien;

5 h) une base de données (100) du contrôle du trafic au sol et aérien d'un aéroport, afin de fournir une information relative au trafic au sol et en l'air d'un aéroport;

i) une base de données (96) de contrôle du trafic d'une région afin de fournir une information relative au trafic dans cette région;

10 j) une base de données (104) de météorologie pour fournir une information de météorologie;

k) une base de données (105) de cartographie pour fournir une carte géographique;

l) une base de données (106) de topographie mondiale afin de fournir des données d'élévation topographiques;

15 m) une base de données (108) d'un fabricant d'avions pour fournir des données relatives à l'avion (10), une information d'entretien et des simulations;

20 n) une station centrale (42), située au sol, pour recevoir le signal radiofréquence sortant et le convertir en signaux de performances et de paramètres de commande de l'avion (10), en signal audio, en signal vidéo, en signal de position, en signal d'altitude et en signal d'étiquette d'identification et de configuration de l'avion (10), et pour diffuser le signal radiofréquence arrivant;

o) un processeur (62), connecté à la station centrale (42), pour :

25 i) archiver les signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal d'altitude, en créant ainsi une base de données archivées;

ii) combiner les signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal d'altitude avec les données archivées, l'information de trafic au sol et en l'air de l'aéroport, l'information de trafic dans la région, l'information

météorologique mondiale, la carte, les données d'élévation topographiques, les données relatives à l'avion et la simulation;

iii) exécuter des simulations;

iv) produire les conseils au sol, en vol et d'entretien; et

v) convertir les conseils au sol, en vol

et d'entretien en signal radiofréquence arrivant;

p) un moyen d'affichage et de contrôle (86) connecté au processeur (62) pour afficher une opération du processeur (62) et pour permettre une commande du processeur (62) par un opérateur;

q) un réseau de communication radiofréquence (34,38,48) pour transmettre le signal radiofréquence sortant, en provenance de l'avion (10), vers la station centrale (42) et pour transmettre le signal radiofréquence arrivant de la station centrale (42) vers l'avion (10);

r) un moyen de communication (92) pour permettre une communication entre le processeur (62) et la base de données (100) de contrôle du trafic de l'aéroport, la base de données (96) de contrôle du trafic de la région, la base de données (104) de météorologie, la base de données (105) de carte géographique et la base de données (106) de topographie mondiale;

s) un moyen d'affichage de contrôle du trafic aérien et pour empêcher des collisions pour visualiser une représentation physique de l'avion sur la base des signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), du signal de position, du signal d'altitude, de la carte et des données d'élévation topographiques; et

t) un moyen de distribution et de communication pour permettre une analyse après vol de toutes les données du vol.

2. Système enregistreur de vol et conseiller à distance (50) d'un avion (10) caractérisé en ce qu'il comprend :

a) un capteur (18) de l'avion qui détecte des performances de l'avion et des paramètres de commande;

b) un capteur sonore (22) du poste de pilotage qui détecte des sons du poste de pilotage et les transforme en un signal audio;

c) un système de caméra vidéo (26) qui enregistre des activités dans le poste de pilotage, dans un compartiment des passagers et dans un compartiment de fret et qui les transforme en un signal vidéo;

d) un détecteur de position et d'altitude (16) qui détermine la position et l'altitude de l'avion (10) et qui transforme ces données en un signal de position et en un signal d'altitude;

e) un moyen (72), logé dans le poste de pilotage de l'avion, pour fournir un conseil sonore et visuel au pilote;

f) un moyen de communication d'entretien, situé à bord de l'avion (10), pour fournir un conseil d'entretien à un personnel d'entretien;

g) un émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), situé à bord de l'avion (10), qui :

i) reçoit des signaux représentant des performances et des paramètres de commande de l'avion, le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal d'altitude; convertit les signaux de performances et de paramètres de commande, si nécessaire, sous une forme numérique; ajoute une étiquette d'identification et de configuration de l'avion (10); convertit les signaux de performance et de paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position, le signal d'altitude et l'étiquette d'identification et de configuration en un signal radiofréquence sortant et émet ce signal radiofréquence sortant; et

ii) reçoit un signal radiofréquence arrivant, le convertit en un conseil au sol, un conseil en vol et un conseil d'entretien, fournit le conseil au sol et le conseil en vol au moyen conseiller sonore et visuel (72) du pilote et fournit le conseil d'entretien au moyen de communication d'entretien;

h) une base de données (100) de contrôle du trafic au sol et aérien d'un aéroport;

2757331

25

- i) une base de données (96) de contrôle du trafic dans une région;
- j) une base de données (104) de météorologie;
- k) une base de données (105) de carte géographique;
- l) une base de données d'élévation topographiques (106);
- 5 m) une base de données (108) d'un fabricant des avions pour fournir des données relatives à l'avion et des simulations;
- n) une station centrale (42), située au sol, qui reçoit le signal radiofréquence sortant et le convertit en signaux de performances et de paramètres de commande de l'avion (10), en signal audio, en signal vidéo, en signal de position, en signal d'altitude et  
10 en signal d'étiquette d'identification et de configuration de l'avion (10), et qui diffuse le signal radiofréquence arrivant;
- o) un processeur (62), connecté à la station centrale (42), pour :
  - i) archiver les signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal  
15 d'altitude, en créant ainsi une base de données archivées;
  - ii) combiner les signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), le signal audio, le signal vidéo, le signal de position et le signal d'altitude avec les données archivées, l'information de trafic au sol et en l'air de l'aéroport, l'information de trafic dans la région, l'information  
20 météorologique mondiale, la carte, les données d'élévation topographiques, les données relatives à l'avion et la simulation;
  - iii) exécuter des simulations;
  - iv) produire les conseils au sol, en vol et d'entretien; et
  - 25 v) convertir les conseils au sol, en vol et d'entretien en signal radiofréquence arrivant;
- p) un sous-système d'affichage et de contrôle (86) connecté au processeur (62);
- q) un réseau de communication radiofréquence (34,38,48) qui transmet le signal radiofréquence sortant, en provenance de l'avion (10), vers la station centrale (42) et qui  
30 transmet le signal radiofréquence arrivant de la station centrale (42) vers l'avion (10);

5 r) une liaison de communication (92) qui permet une communication entre le processeur (62) et la base de données (100) de contrôle du trafic de l'aéroport, la base de données (96) de contrôle du trafic de la région, la base de données (104) de météorologie, la base de données (105) de carte et la base de données (106) de topographie mondiale;

10 s) un moyen d'affichage de contrôle du trafic aérien et pour empêcher des collisions, connecté au processeur (62), qui visualise une représentation physique de l'avion sur la base des signaux des performances et des paramètres de commande de l'avion (10), du signal de position, du signal d'altitude, de la carte et des données d'élévation topographiques; et

t) un sous-système de distribution et de communication qui permet une analyse après vol de toutes les données du vol.

3. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le réseau de communication radiofréquence est mondial.

15 4. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le réseau de communication radiofréquence est local.

5. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le moyen détecteur de position et d'altitude (16) a sa propre antenne (40).

20 6. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que le moyen détecteur de position et d'altitude (16) partage une antenne avec l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14).

7. Procédé pour enregistrer à distance des données relatives au vol d'un avion (10) et pour fournir des conseils pour l'avion caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant :

- 25 a) à monter un capteur de performances sur l'avion;
- b) à monter un capteur de commandes sur l'avion;
- c) à monter un capteur sonore dans le poste de pilotage de l'avion;
- d) à monter une caméra vidéo dans le poste de pilotage de l'avion;
- e) à monter une caméra vidéo dans le compartiment des passagers de l'avion;
- 30 f) à monter une caméra vidéo dans le compartiment du fret de l'avion;

g) à installer un détecteur de position et d'altitude de l'avion à l'intérieur de cet avion;

h) à monter un moyen conseiller, dans le poste de pilotage, pour fournir un conseil sonore et visuel au pilote;

5 i) à monter un moyen de communication, dans l'avion, pour fournir un conseil d'entretien au personnel d'entretien;

j) à monter un système émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs dans l'avion;

10 k) à établir un accès de communication avec une base de données (100) de contrôle du trafic au sol et aérien d'un aéroport;

l) à établir un accès de communication avec une base de données (96) de contrôle du trafic aérien d'une région;

m) à établir un accès de communication avec une base de données de météorologie (104);

15 n) à établir un accès de communication avec une base de données de carte géographique (105);

o) à établir un accès de communication avec une base de données d'élévation topographiques (106);

20 p) à établir un accès de communication avec une base de données (108) d'un fabricant d'avions;

q) à établir une station au sol centrale (42);

r) à prévoir un processeur (62) dans la station au sol centrale (42);

s) à prévoir un sous-système d'affichage et de contrôle (86) connecté au processeur (62);

25 t) à prévoir un sous-système d'affichage pour le contrôle du trafic aérien et pour empêcher des collisions, connecté au processeur (62) et qui est capable de visualiser une représentation physique de l'avion (10);

u) à prévoir un sous-système de distribution et de communication après vol, connecté au processeur (62);

30 v) à prévoir un réseau de communication radiofréquence (34,38,48);

w) à recevoir des signaux en provenance des capteurs des performances et des commandes de l'avion, du capteur sonore, des caméras vidéo et du détecteur de position et d'altitude dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14);

5 x) à convertir, si nécessaire, dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), le signal provenant des capteurs des performances et des commandes de l'avion sous une forme numérique;

y) à ajouter une étiquette d'identification et de configuration de l'avion;

z) à convertir les signaux et l'étiquette, dans l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), en un signal radiofréquence sortant;

10 aa) à émettre ce signal radiofréquence sortant, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), vers la station au sol centrale (42), par l'intermédiaire du réseau de communication radiofréquence (34,38,48);

bb) à recevoir le signal radiofréquence sortant à l'endroit de la station au sol centrale (42);

15 cc) à convertir le signal radiofréquence sortant, à l'endroit de la station au sol centrale (42), en lesdits signaux plus l'étiquette;

dd) à exécuter, dans le processeur (62), les étapes consistant :

i) à archiver les signaux en créant ainsi une base de données archivées;

20 ii) à combiner les signaux avec les données archivées et les informations provenant de la base de données (100) du trafic de l'aéroport, la base de données (96) du trafic de la région, la base de données (104) de météorologie, la base de données (105) de carte géographique, la base de données topographiques (106) et la base de données (108) du fabricant des avions;

25 iii) à effectuer des simulations en temps réel;

iv) à produire des conseils au sol, en vol et d'entretien; et

v) à convertir ces conseils au sol, en vol et d'entretien en un signal radiofréquence arrivant;

ee) à envoyer le signal radiofréquence arrivant, par l'intermédiaire du réseau de communication radiofréquence (34,38,48), à partir de la station au sol centrale (42), vers l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14);

5 ff) à convertir le signal radiofréquence arrivant, à l'endroit de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), pour fournir les conseils au sol, en vol et d'entretien;

gg) à fournir le conseil en vol, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), au moyen conseiller (72) sonore et visuel du pilote;

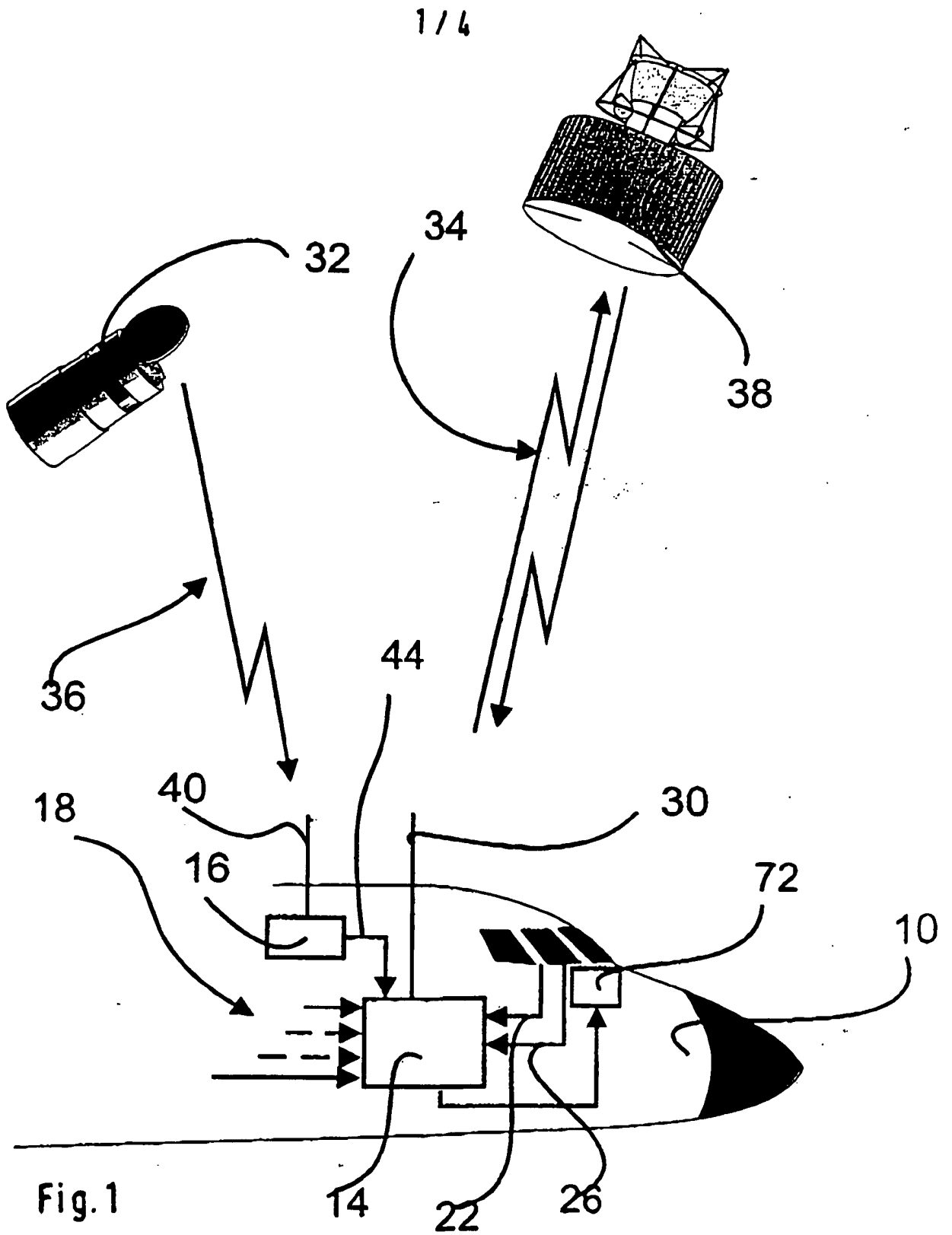
10 hh) à fournir le conseil d'entretien, provenant de l'émetteur-récepteur multiplexeur de capteurs (14), au moyen de communication d'entretien;

ii) à afficher, sur le sous-système d'affichage de contrôle du trafic aérien et empêchant les collisions, une représentation physique de l'avion basée sur les performances et les paramètres des commandes de cet avion, le signal de position, le signal d'attitude, la carte géographique et les données d'élévation topographiques; et

15 jj) à analyser, après le vol, toutes les données du vol par l'intermédiaire du système de distribution et de communication après vol.



2757331



2757331

2 / 4

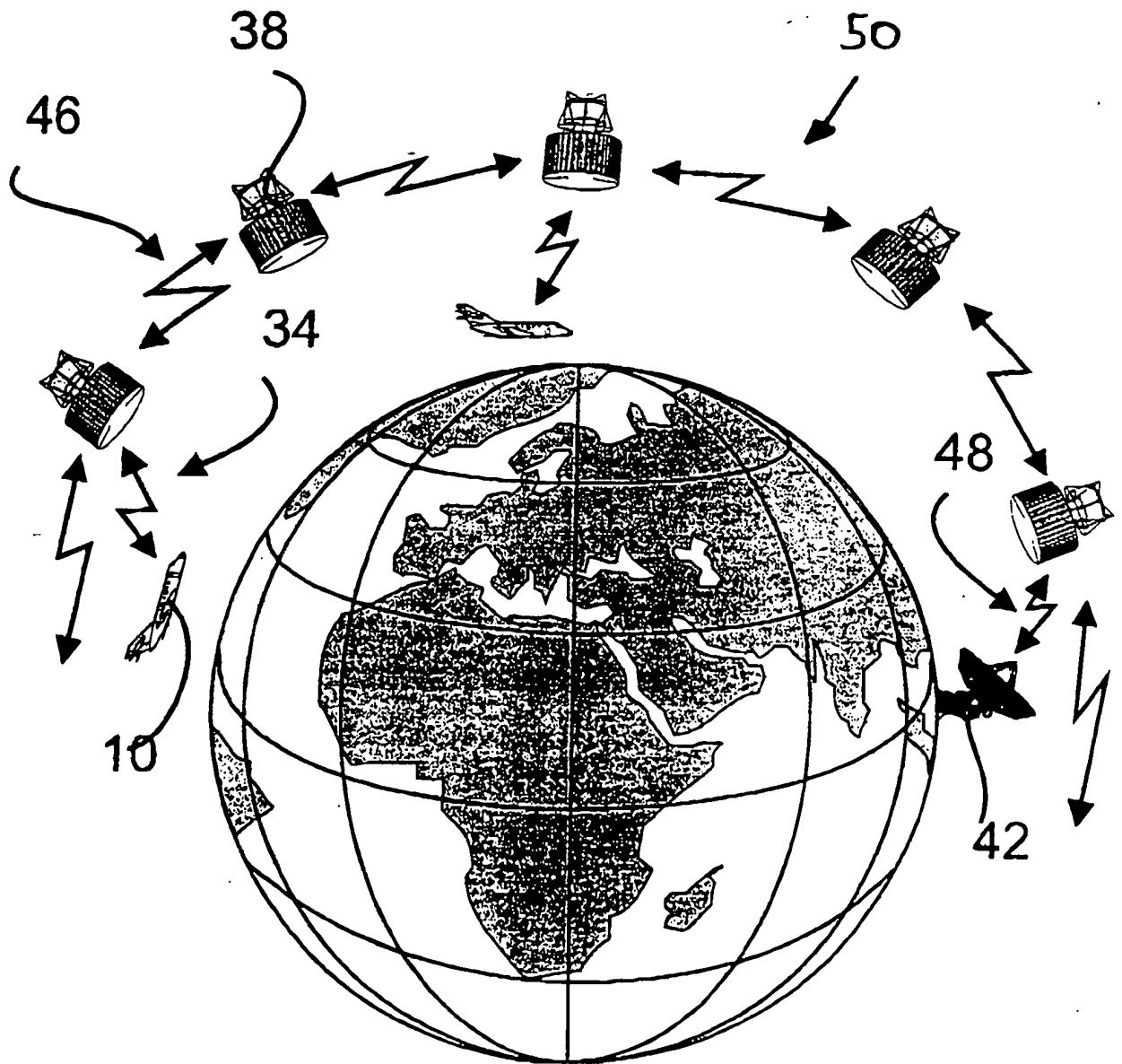
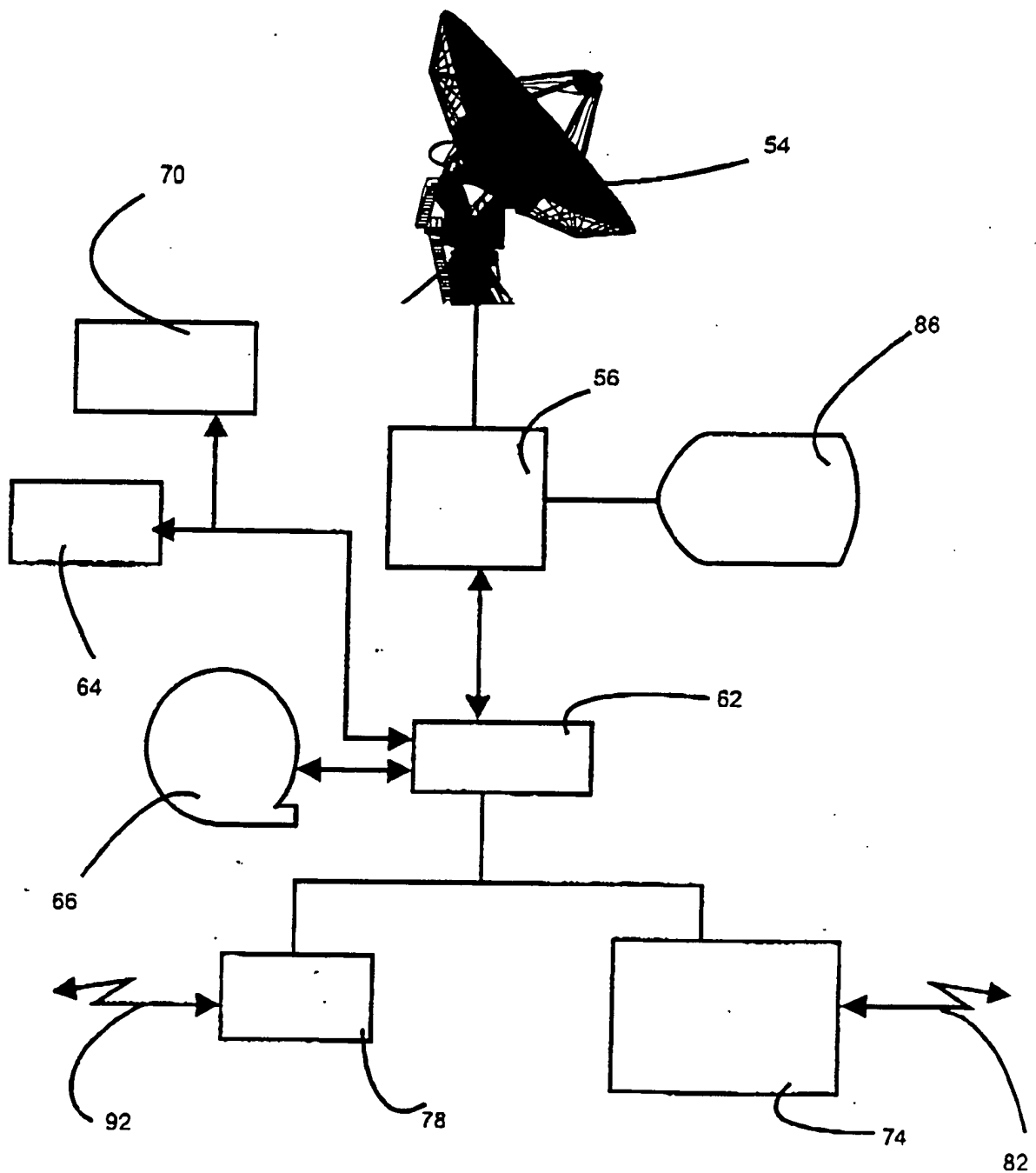


Fig. 2

2757331

3 / 4

Fig. 3



2757331

4 / 4

Fig. 4

